



4152
09/764214

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 9月13日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-278699

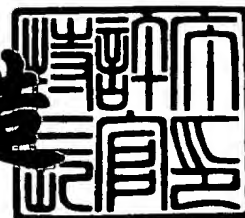
出 願 人
Applicant (s):

株式会社東芝

2000年12月22日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3105768

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000002220

【提出日】 平成12年 9月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 24/00

【発明の名称】 磁気共鳴イメージング装置

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番の 1 株式会社東芝那須工場内

【氏名】 山下 正幹

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気共鳴イメージング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 容器に收容された傾斜磁場コイルに接続されるケーブルの端子を、該容器の壁面において端子支持手段により支持するようにした磁気共鳴イメージング装置において、

六角圧縮により前記ケーブルに端子を圧着し、該端子を前記端子支持手段の導体部に予め形成されたねじ穴にねじ込むとともに、該端子の接続部分の周囲を絶縁手段により絶縁することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2】 前記絶縁手段は、前記端子を被覆する熱硬化性樹脂から構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3】 前記熱硬化性樹脂と前記端子支持手段との間隙を第 2 の絶縁手段により絶縁することを特徴とする請求項 2 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 4】 容器に收容された傾斜磁場コイルに接続されるケーブルの端子を、該容器の壁面において端子支持手段により支持するようにした磁気共鳴イメージング装置において、

前記ケーブル及び該ケーブルの端子の少なくとも一部を第 3 の絶縁手段により被覆し、該端子の露出部分を前記傾斜磁場コイルの端子に接続するとともに、該露出部分を第 4 の絶縁手段により絶縁することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 5】 前記第 3 の絶縁手段と前記傾斜磁場コイルとの間隙を第 4 の絶縁手段により絶縁することを特徴とする請求項 4 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 6】 前記ケーブルは、該ケーブルに生じたローレンツ力による振動又は一端から他端への振動伝播を遮断可能な程度の可撓性を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の磁気共鳴イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は一様な静磁場中に被検体を配置して傾斜磁場及び高周波パルスを印加し、磁気共鳴現象に基づく磁気共鳴診断画像を生成する磁気共鳴イメージング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、この種の磁気共鳴イメージング装置は、静磁場を発生する静磁場磁石、傾斜磁場を発生する傾斜磁場コイル、および高周波（RF）パルスを発生するRFコイルを備える。静磁場磁石が発生した一様な静磁場中に被検体を配置し、イメージング法に応じたパルスシーケンスを実行して傾斜磁場コイルによる傾斜磁場、およびRFコイルによるRFパルスを所定条件で印加し、被検体からのエコー信号を収集する。収集されたエコー信号は再構成処理され、被検体の断面を表す磁気共鳴画像が得られる。

【0003】

近年、磁気共鳴イメージング装置の技術分野では、高速イメージング技術が進歩してきており、盛んな研究開発が進められている。その一つにMRI高速イメージングがある。MRI高速イメージングでは、高強度の傾斜磁場を高速にスイッチングさせている。このため、傾斜磁場コイルに流れる電流と静磁場との相互作用による大きな力が発生し、これにより傾斜磁場コイルが振動し、その振動音が騒音の原因となっている。この騒音は100db（A）以上が普通であり、耳栓やヘッドフォンなど、被検体に対しての防音が義務付けられている。このような騒音の問題は、MRI高速イメージングにおいて顕著であるが、通常のイメージングにおいても同様である。

【0004】

磁気共鳴イメージング装置における騒音低減に関する幾つかの公知技術としては、例えば特開平63-246146号公報、アメリカ合衆国特許第5,793,210号明細書、及び特願平8-274609号明細書に記載されているように、傾斜磁場コイルを真空容器に収容し、傾斜磁場コイルから発生する振動音の空気伝播の抑制を図るものがある。

【 0 0 0 5 】

このように傾斜磁場コイルを真空容器に收容する構成とした場合、真空容器内においては放電開始電圧が下がるため放電を起こしやすくなる。このため、熱収縮チューブを被せたり、沿面・空間距離を取るといった従来の絶縁では不十分であり、適切で確実な絶縁を施すことが必要である。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記事情を考慮してなされたものであり、その目的は、傾斜磁場コイルへのケーブル接続に関して、製造時に作業誤差を生じることなく適切で確実な絶縁性能が得られる磁気共鳴イメージング装置を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決し目的を達成するために本発明は次のように構成されている。

【 0 0 0 8 】

(1) 本発明の磁気共鳴イメージング装置は、容器に收容された傾斜磁場コイルに接続されるケーブルの端子を、該容器の壁面において端子支持手段により支持するようにした磁気共鳴イメージング装置において、六角圧縮により前記ケーブルに端子を圧着し、該端子を前記端子支持手段の導体部に予め形成されたねじ穴にねじ込むとともに、該端子の接続部分の周囲を絶縁手段により絶縁することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

(2) 本発明の磁気共鳴イメージング装置は、上記(1)に記載の装置であって、かつ、前記絶縁手段は、前記端子を被覆する熱硬化性樹脂から構成されることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

(3) 本発明の磁気共鳴イメージング装置は、上記(2)に記載の装置であって、かつ、前記熱硬化性樹脂と前記端子支持手段との間隙を第2の絶縁手段により絶縁することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

(4) 本発明の磁気共鳴イメージング装置は、容器に收容された傾斜磁場コイルに接続されるケーブルの端子を、該容器の壁面において端子支持手段により支持するようにした磁気共鳴イメージング装置において、前記ケーブル及び該ケーブルの端子の少なくとも一部を第3の絶縁手段により被覆し、該端子の露出部分を前記傾斜磁場コイルの端子に接続するとともに、該露出部分を第4の絶縁手段により絶縁することを特徴とする。

【0012】

(5) 本発明の磁気共鳴イメージング装置は、上記(4)に記載の装置であって、かつ、前記第3の絶縁手段と前記傾斜磁場コイルとの間隙を第4の絶縁手段により絶縁することを特徴とする。

【0013】

(6) 本発明の磁気共鳴イメージング装置は、上記(1)乃至(5)のいずれかに記載の装置であって、かつ、前記ケーブルは、該ケーブルに生じたローレンツ力による振動又は一端から他端への振動伝播を遮断可能な程度の可撓性を有することを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

【0015】

図1は本発明の一実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置を側面から見た際の断面図である。

【0016】

1は、超伝導磁石の真空容器であり、この中に極低温で超電導状態になる超電導コイルが収まっている。この超電導コイルは撮影領域に均様な静磁場を与えるものである。通常のMR撮影において必要とされる静磁場強度は0.1～1テスラ程度である。静磁場の空間的な均一性は数10ppm以下であることが要求され、撮影領域は直径が50cm程度の球状である。

【0017】

2は、傾斜磁場コイルであり、真空容器1の内筒を構成部品の一部とする真空

容器 3 の中に配置されている。傾斜磁場コイル 2 は任意の撮影断面を決めたり、被検体からの R F 信号に位置情報を付加するなどの目的で、主磁場に線形の傾斜を与えるためのものである。一般に、傾斜磁場コイル 2 は直交する x 、 y 、 z の各軸方向にそれぞれ傾斜した磁場を作る独立した 3 組のコイルセット G_x 、 G_y 、 G_z より構成される。例えば本実施形態の傾斜磁場コイル 2 は、能動遮蔽型傾斜磁場コイル (Actively Shield Gradient Coil: A S G C) とする。能動遮蔽型傾斜磁場コイルは傾斜磁場を発生する主コイルと、この主コイルの外側に設けられ、主コイルから発生された傾斜磁場が傾斜磁場コイルの外側へ漏洩することを防ぐように逆向きの磁場を発生するアクティブシールドコイルとにより構成される。

【 0 0 1 8 】

6 0 は、真空容器 3 内に納められている傾斜磁場コイル 2 に電流を入力するためのケーブルである。4 はケーブル 6 0 の端子を接続する導体部分を有する端子支持部材であり、3 0 は真空容器 3 の貫通抗の部分に設けられた取り付け板であり、8 は、一端が端子支持部材 4 の導体部に接続され、多端が傾斜磁場コイル 2 に接続され、ケーブル 6 0 から供給される傾斜磁場電流を傾斜磁場コイル 2 に入力するためのケーブルである。

【 0 0 1 9 】

傾斜磁場コイル 2 は、防振ゴム 1 2 及び位置調整用ボルト 1 1 を介して支持アーム 1 3 により支持されている。その支持点は傾斜磁場コイル 2 の側面の 4 箇所および底面 2 箇所である。弾性素材からなる防振ゴム 1 2 は広義には振動吸収装置 (ダンパー) を構成し、傾斜磁場コイル 2 の固体振動を減衰させ、これが位置調整用ボルト 1 1 を介して支持アーム 1 3 に伝播するのを効果的に防止できる。位置調整用ボルト 1 1 は傾斜磁場コイル 2 の配置を微小調整するためのものである。支持アーム 1 3 はシャフト 1 4 を介してベース 1 5 に取付けられている。

【 0 0 2 0 】

真空容器 3 には、O 字型リング 1 7 を介して真空管 6 及び真空ポンプ 7 が接続されている。真空ポンプ 7 の吸気動作により真空容器 3 内は真空に保たれる。その真空度は傾斜磁場コイル 2 による振動音の空気伝播を遮断できる程度で良く、

具体的には数百パスカル程度で十分である。また遮音効果は次のように表される。なお、次式における P_1 は真空容器 3 内の真空度（パスカル）である。

【0021】

$$S = 201 \log_{10} (P_1 / 1.01325 \times 10^5) \quad (\text{デシベル: dB})$$

例えば、真空容器 3 内の真空度が 1000 パスカルであれば約 40 dB の遮音効果が得られることになる。

【0022】

また真空容器 3 には、傾斜磁場コイル 2 から発生する熱を水冷で放出するカプラ及びチューブ 18 が接続されている。

【0023】

真空容器 3 の底部においてシャフト 14 に対応する位置には、金属製の（蛇腹）19 が設けられており、これにより所要の真空度および分解／組立性が確保されている。

【0024】

円筒形状をなす傾斜磁場コイル 2 の内側には、RF コイル 10 が固定配置される。この RF コイル 10 は、全身 (Whole Body) 用の RF コイルであって、高周波 (RF) 磁場を被検体に送信し、該被検体からの磁気共鳴 (MR) 信号を受信するためのものである。

【0025】

本実施形態の磁気共鳴イメージング装置では、上記のように、傾斜磁場コイル 2 が真空容器 3 に収容されており、この傾斜磁場コイル 2 は振動吸収装置（ダンパー）を介してベース 15 に接続されており、固体振動伝播の抑止が図られている。

【0026】

図 2 は、傾斜磁場コイルを収容する真空容器の内外におけるケーブルの端子接続および真空容器内における傾斜磁場コイルへのケーブル接続を示す図である。

【0027】

図示しない電源から延びたケーブル 60 の端子 61 が、端子支持部材 4 の軸状の導体部 82 にねじ止めされている。この導体部 82 は端子支持部材 4 の内部に

設けられた中継導体部 8 3 に接続されている。図から分かるように中継導体部 8 3 は端子支持部材 4 の上面から下面の方向に貫通し、一部が突出している。この突出部分にケーブル 8 の端子 9 が接続されている。ケーブル 8 のもう一方の端子 8 4 は、傾斜磁場コイル 2 の端子に接続されている。

【 0 0 2 8 】

真空容器 3 の内部において傾斜磁場コイル 2 と端子支持部材 4 との間を結ぶケーブル 8 の端子接続構造に関し、本発明の磁気共鳴イメージング装置は、以下に説明する第 1、第 2 の特徴を有する。

【 0 0 2 9 】

まず、端子支持部材 4 へのケーブル 8 の接続に係る構成について説明する。

図 3 に示すように、まずケーブル 8 の一端に、ケーブル端子 9 を接続して六角圧縮する。すなわち、六つの方向から圧力を加える六角圧縮による圧着とすることで、通常の圧着に比べてケーブル端子 9 の変形を抑えることができる。端子支持部材 4 に設けられた中継導体部 8 3 にはネジ穴 S が形成されており、このネジ穴 S に、六角圧縮されたケーブル端子 9 を直接ねじ込む。これによりケーブル 8 の振動によるネジの緩みを防止できる。以上により、図 2 に示すように真空容器 3 の外部に配置されるケーブル 6 0 と、真空容器 3 の内部に配置されるケーブル 8 とが電氣的に接続されることになる。

【 0 0 3 0 】

次に、導体露出部分を完全に覆うように中継導体部 8 3 とケーブル端子 9 との端子接続部分に熱収縮チューブ（熱硬化性樹脂）1 0 を被せて絶縁処理した後、端子支持部材 4 の中継導体部 8 3 の周囲に予め形成された溝にシリコン樹脂等 1 2 をポッティングする。このようにすると、製造時における作業による差（製造誤差）が生じにくい適切で確実な絶縁が行える。

【 0 0 3 1 】

次に、傾斜磁場コイル 2 へのケーブル 8 の接続に係る構成について説明する。

まず、ケーブル 8 に圧着されたケーブル端子 8 4 を、図 2 に示すような絶縁材 1 3 により被覆する。この絶縁材 1 3 は樹脂等からなり、円筒部分の内部におい

てケーブル端子 8 4 が露出している。これをスペーサ 1 4 を介して傾斜磁場コイル 2 の端子部分に、ネジ 1 5 によって固定する。さらに、絶縁材 1 3 と傾斜磁場コイル 2 との接触部分にシリコン樹脂等 1 6 をポッティングする。また、絶縁材 1 3 の円筒のくぼみ部分において、ネジ 1 5 が完全に埋没するようにシリコン樹脂等 1 6 をポッティングする。このようにすると、中継導体部 8 3 側へのケーブル端子の接続と同様に、製造時における作業者による差（製造誤差）が生じにくい適切で確実な絶縁が行える。

【 0 0 3 2 】

また、シリコン樹脂等 1 6 については、絶縁材 1 3 との接着性がよく硬化性の高い材質のものを選定することにより、振動等によりネジ 1 5 が緩むことを併せて防止できる。

【 0 0 3 3 】

また、ケーブル 8 の被覆については、ポッティング剤との接着性が高い材質であって、かつ、可とう（撓）性に優れた材質（例えばシリコン樹脂）のものを選定することが好ましい。これにより絶縁性が向上するだけでなく、ケーブルに発生するローレンツ力による振動を併せて低減でき、遮音効果を向上できる。

【 0 0 3 4 】

以上説明した本実施形態によれば、真空容器 3 内における、端子支持部材 4 の中継導体部 8 3 とケーブル 8 の端子 9 との接続箇所、および傾斜磁場コイル 2 へのケーブル 8 の接続箇所に関して、製造時に作業誤差を生じることなく適切で確実な絶縁を施すことができる。

【 0 0 3 5 】

尚、本発明は上述した実施形態に限定されず、種々変形して実施可能である。

【 0 0 3 6 】

例えば、傾斜磁場コイルを真空容器に収容しない装置構成又は傾斜磁場コイルに振動吸収装置を設けない装置構成の磁気共鳴イメージング装置に本発明を実施しても良い。また、静磁場発生方式は超電導コイルによるもののみに限定されず、また、傾斜磁場コイルも能動遮蔽型傾斜磁場コイルのみに限定されないことは言うまでもない。

【 0 0 3 7 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、傾斜磁場コイルへのケーブル接続に関して、製造時に作業誤差を生じることなく適切で確実な絶縁性能が得られる磁気共鳴イメージング装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置を側面から見た際の断面図

【図 2】

同実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の傾斜磁場コイルを収容する真空容器の内外におけるケーブルの端子接続構造を示す図

【図 3】

ケーブル、ケーブル端子、および端子支持部材 4 の中継導体部 8 3 間の接続を示す図

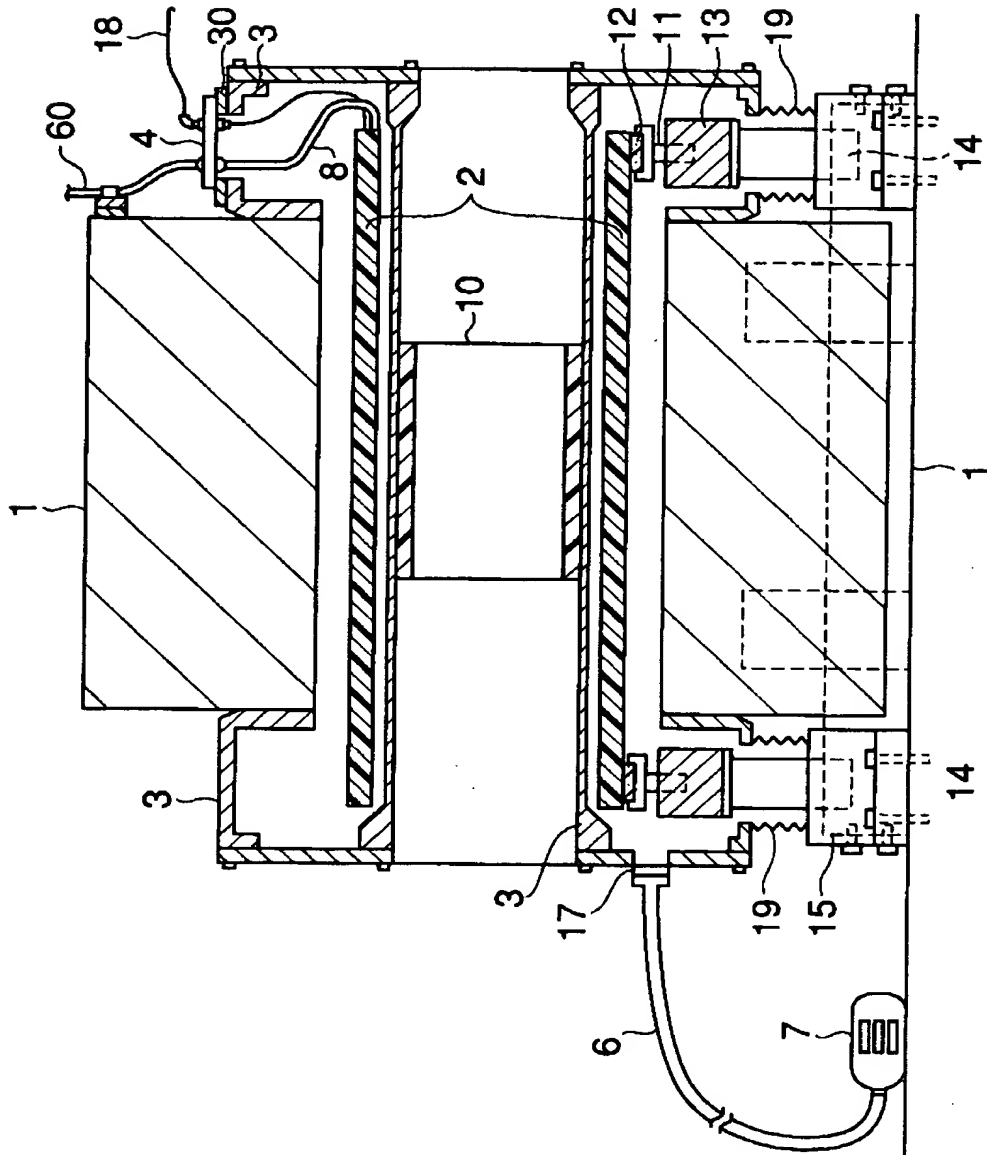
【符号の説明】

- 1 … 静磁場磁石
- 2 … 傾斜磁場コイル
- 3 … 真空容器
- 4 … 端子支持部材
- 8、60 … ケーブル

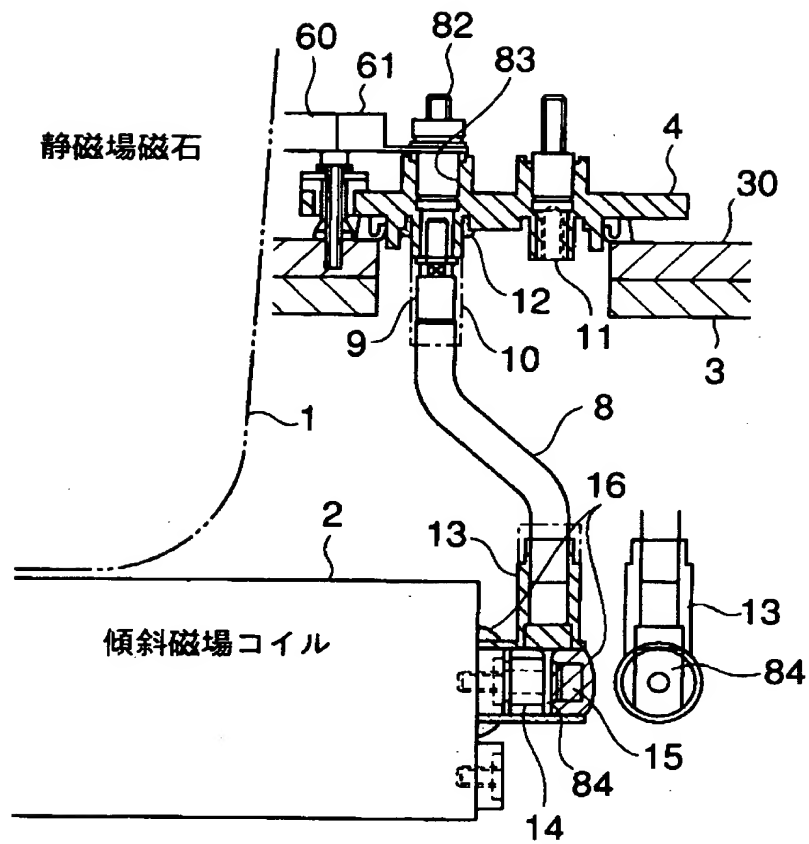
【書類名】

図面

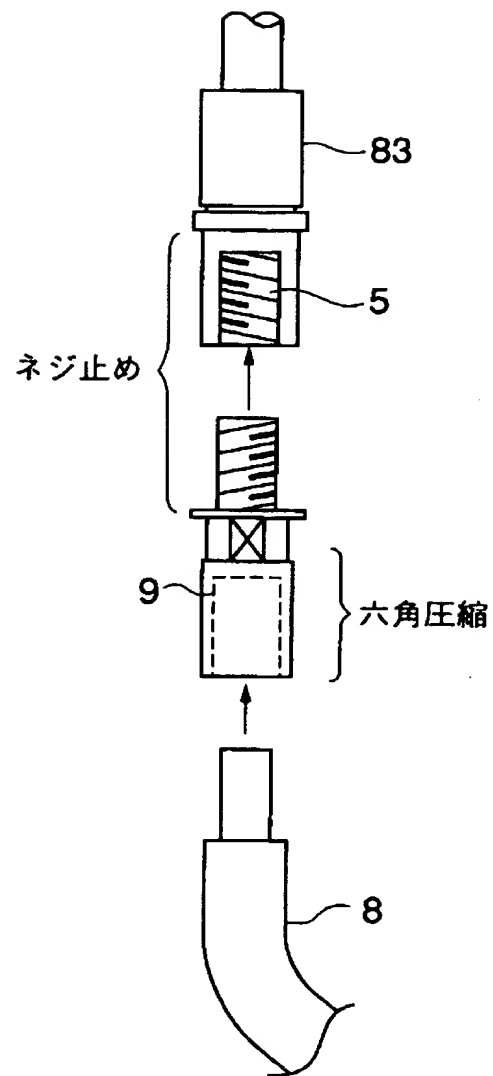
【図 1】



【図 2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 傾斜磁場コイルへのケーブル接続に関して、製造時に作業誤差を生じることなく適切で確実な絶縁性能が得られる磁気共鳴イメージング装置を提供すること

【解決手段】 真空容器 3 の外部に配置されるケーブル 6 0 と、真空容器 3 の内部に配置されるケーブル 8 とを、中継導体部を有する端子支持部材 4 を介して接続するに際し、まずケーブル 8 の一端に、ケーブル端子 9 を接続して六角圧縮する。次にこのケーブル端子 9 を、中継導体部 8 3 に形成されているネジ穴 S に直接ねじ込む。次に、導体露出部分を完全に覆うように中継導体部 8 3 とケーブル端子 9 との端子接続部分に熱収縮チューブ 1 0 を被せて絶縁処理した後、端子支持部材 4 の中継導体部 8 3 の周囲に予め形成された溝に、シリコン樹脂等 1 2 をポッティングする。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 0 7 8]

| | |
|----------|---------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 2 2 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地 |
| 氏 名 | 株式会社東芝 |